

О РАСЧЕТЕ ЧАСТОТЫ ГЕНЕРАЦИИ ЛАЗЕРОВ НА КРАСИТЕЛЯХ В КВАЗИСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ

И. КЕЧКЕМЕТИ, Л. КОЗМА

Институт экспериментальной физики Университета им. Аттилы Йожефа, Сегед

(Поступило в редакцию 20 июня 1973 г.)

В докладе используется формула авторов для порога генерации, которой определяется частота генерации на основе экспериментальных данных флуоресценции. Вычисленные длины волны при перестройки генерации хорошо совпадают с экспериментальными данными.

Ряд работ (см. [1], [2]) посвящено теоретическому изучению процессов, протекающих в лазерах на растворах органических красителей. Самой обширной работой считается [1], в которой показано, что в квазистационарном режиме все параметры генерации определяются люминесцентными характеристиками активного вещества и параметрами резонатора. Однако формулы, описывающие связь между параметрами генерации и люминесценции, громоздкие и содержат ряд параметров, среди них таких, которые нужно определять отдельными экспериментами и дополнительными расчётами. Так кажется, что по этой причине сравнительно мало таких исследований при которых вычисленные данные генерации, полученные на основе теоретических формул сравнивались бы с измеренными.

На основе общеизвестного трёхуровневого модели генерирующего вещества нам удалось получить более простые формулы, которые содержат легко определяемые величины [3]. В работах [4] и [5] мы исследовали перестройки генерации родаминовых красителей путём изменения концентрации активного вещества и изменения селективных потерь резонатора. В другом эксперименте в резонаторе помещалась стандартная кювета с растворами (родамин Б, бриллиантовый зелёный), вызывающими селективные потери в области генерации родамина 6Ж. Конструкция резонатора позволила накачивать только активное вещество, а перестраивающий раствор облучался всего лазерным лучом. Обаими методами получился широкий диапазон длины волн перестройки, и экспериментальные данные довольно хорошо согласовались с расчётными данными, которые определялись по местам минимума функции порога генерации, полученным в [1]. При этих расчётах предполагалось, что генерация происходит на тех длиннах волн, где порог минимальный.

Цель настоящей работы, получить частоты генерации на основе нашей более простой формулы, используя экспериментальные флуоресцентные дан-

ные. В [3] для порога генерации получено соотношение

$$\tau_0 \eta_M U_H^n(v) = \frac{k(v) + \varrho}{n \frac{v^2}{8\pi\tau_0} \frac{f_q(v)}{v^2} - \frac{\varrho + [1 - \eta(v)] k(v)}{P}} \quad (1)$$

где $k(v)$ — коэффициент поглощения, $f_q(v)$ — спектр флуоресценции, τ_0 — естественное время затухания, $\eta(v)$ — спектр квантового выхода, η_M — максимальное значение квантового выхода, v — скорость света в активной среде, ϱ — коэффициент потерь резонатора, P_{ik} — вероятность безизлучательного перехода с i -того на k -тый уровень, $\frac{1}{P} = 1 + P_{32}/P_{21}$, n — концентрация молекул активного вещества.

При расчёте перестройки частоты генерации коэффициент ϱ взят из [4], а другие величины, зависящие от концентрации, определили обычными методами. В [3] показано, что для родаминов $P=1$. На рис. 1 приведены измеренные и вычисленные длины волн генерации родамина Б (а) и родамина 6Ж (б) при разных концентрациях.

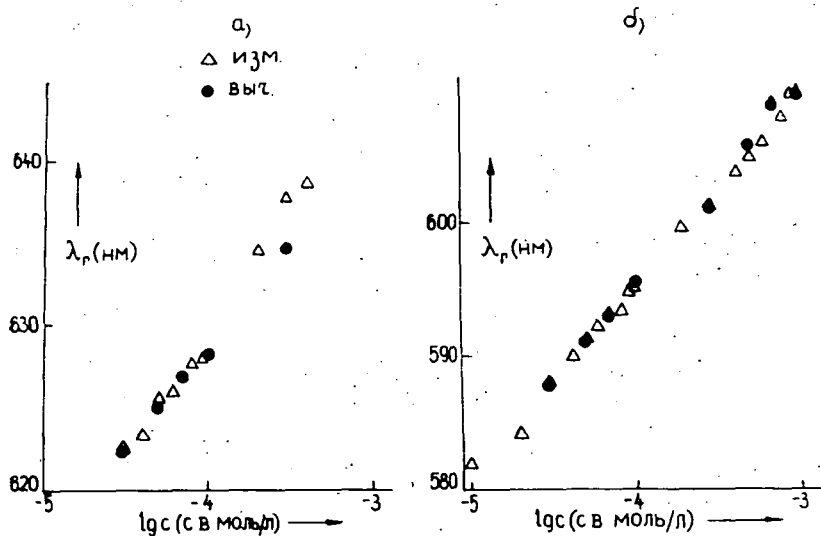


Рис. 1

Во втором методе перестраивающий раствор селективно увеличивает потери вследствие поглощения и это надо учитывать в (1) так, что вместо ϱ необходимо взять $\varrho + k_1(v)$, где $k_1(v)$ коэффициент поглощения перестраивающих растворов (родамин Б и бриллиантовый зелёный в этиловом спирте при разных концентрациях), относящийся к единичной толщине активного вещества. Все другие величины в (1) характеризуют активный раствор (родамин 6Ж в этиловом спирте при концентрации $7 \cdot 10^{-5}$ моль/л).

Кривые порога изображены на рис. 2. Вещества, находящиеся в перестраивающей кювете и их концентрация приведены возле кривых. Видно, что оба вещества постепенно увеличивают порог, и так родамин Б сильнее поглощает в коротковолновой области генерации родамина 6Ж, бриллиантовый зелёный, наоборот, в длинноволновой, с ростом концентрации этих веществ генерации.

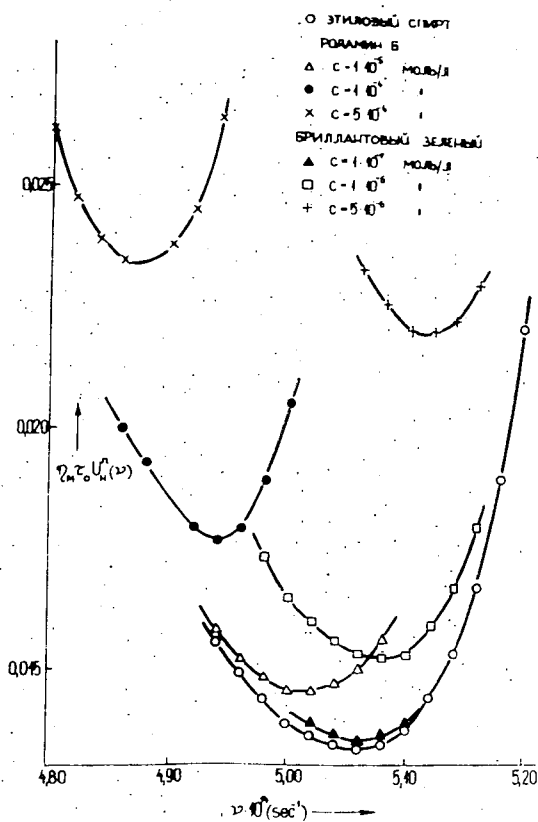


Рис. 2

рация перестраивается противоположно. Хорошее совпадение экспериментальных и теоретических данных видно из рис. 3 где приведена зависимость длины волны генерации от концентрации перестраивающего раствора. По оси ординат кружки обозначают длину волны генерации в том случае, когда в перестраивающей кювете находится этиловый спирт. Совпадение теоретических данных с экспериментальными намного лучше, чем полученных на основе других формул.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что формулы, выведенные нами, хорошо применимы для описания процессов, протекающих в лазерах на красителях.

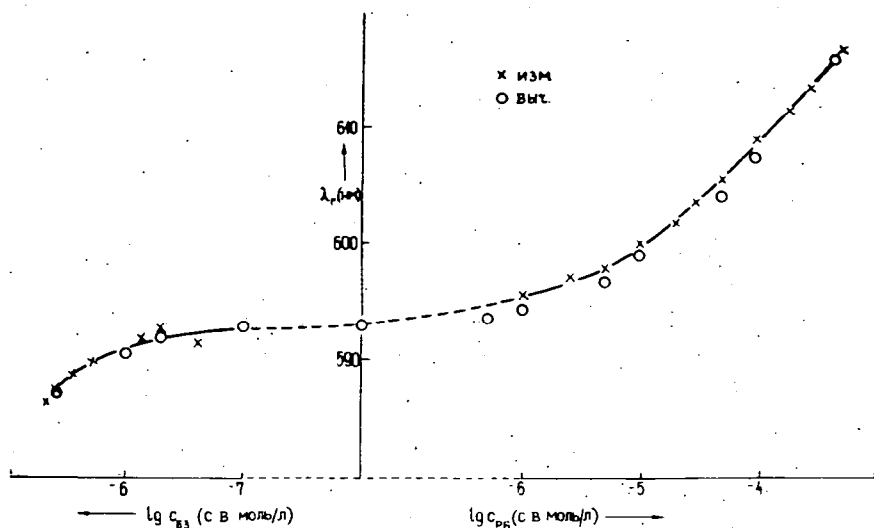


Рис. 3

Литература

- [1] Б. И. Степанов, А. Н. Рубинов: Успехи физ. наук, **95**, 45 (1968); Б. И. Степанов: Методы расчёта оптических квантовых генераторов на органических красителях при монохроматическом возбуждения. Препринт. Минск, Институт физики АН БССР.
- [2] B. B. Snavely: Proceedings of the IEEE, **57**, 1374 (1969).
- [3] Ketskeméty I., L. Kozma: Z. Naturforsch, **27a**, 1685 (1972) Acta Phys. Hung. (В печати).
- [4] И. Кечкемети, Л. Козма, И. Салма, Б. Рац, З. Хун: Журнал Прикладной Спектроскопии, **14**, 1000 (1971).
- [5] И. Кечкемети, Б. Рац, И. Салма, Э. Хун, Л. Козма: Acta Phys. et Chem. Szeged **17**, 9 (1971)

CALCULATION OF THE FREQUENCY OF GENERATION OF DYE LASERS IN QUASISTATIONARY REGIME

I. Ketskeméty and L. Kozma

A formula of the authors concerning the threshold of generation is discussed. This formula permits to calculate the frequency of generation from the experimental characteristics of fluorescence. The frequencies calculated for tuning of the laser are in good agreement with experimental results.